

Auswertung der Daten

Teilchendetektoren und Experiment an ELSA

Naëmi Leo

naemileo@uni-bonn.de

30. Januar 2008

Inhalt

- 1 Das Experiment
- 2 Analyse des π_0 -Peaks
- 3 Bestimmung der Δ -Resonanz
- 4 Fazit

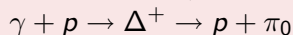
Ziel des Versuchs

Die Reaktion

Bremsstrahlung:

$$e \rightarrow e + \gamma$$

Protonenanregung:



Pionenzerfall:

$$\pi_0 \rightarrow \gamma + \gamma$$

Bestimmung der π_0 -Masse

- Energiebestimmung mit zwei Kristallblöcken in fester Geometrie

Bestimmung der Masse der Δ -Resonanz

- Mit Hilfe energiemarkierter Photonen (*Tagging*) und der schon bestimmten Pionenenergie

Wann? Wo? Was?

1.2 GeV Strahlenergie

- 11.07., 19:00 bis 12.07., 13:00 (18 Stunden)

⇒ 394609 Events

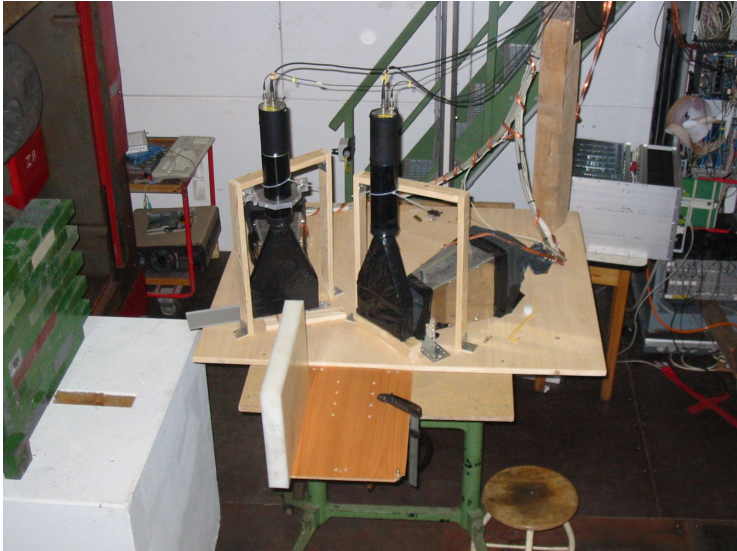
800 MeV Strahlenergie

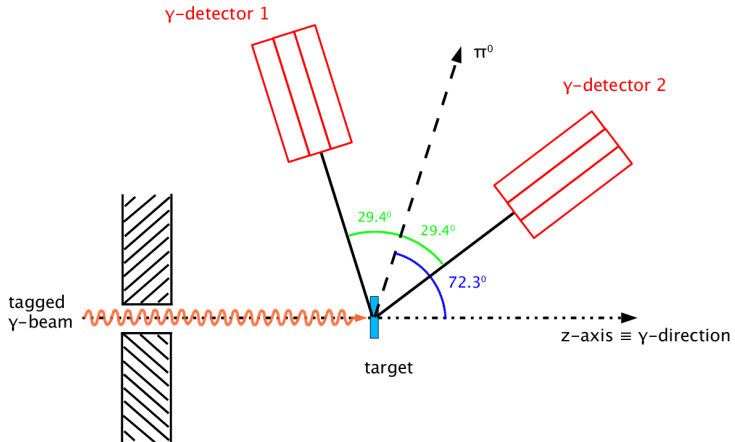
- 12.07., 13:20 bis 13.07., 24:00 (35 Stunden)

⇒ 48511 Events

- Andere Raten, da Strahlstrom anders

Aufbau





Datenauslese

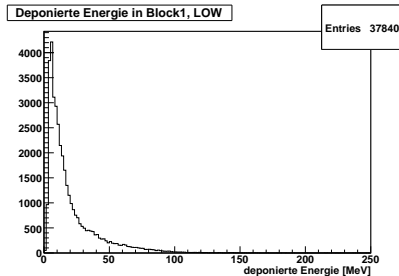
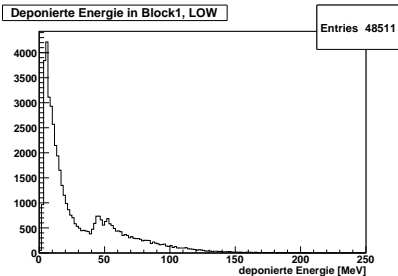
Was haben wir weggeschrieben?

- 2·9 Kristalle, jeweils HIGH- und LOW-Range (= 36)
- In drei ADCs weggeschrieben \Rightarrow 48 ADC-Werte (11 Bit)
- \Rightarrow mit Eichung zu Energien umrechnen
- Ein Koinzidenzzähler (16 Bit)
- \Rightarrow Enthält Informationen, welche Taggerlatten gefeuert haben
- 11% Scalerereignisse
- \Rightarrow 32 weitere Einträge in der Zeile, für Auswertung unwichtig

Welche Informationen wurden verwendet?

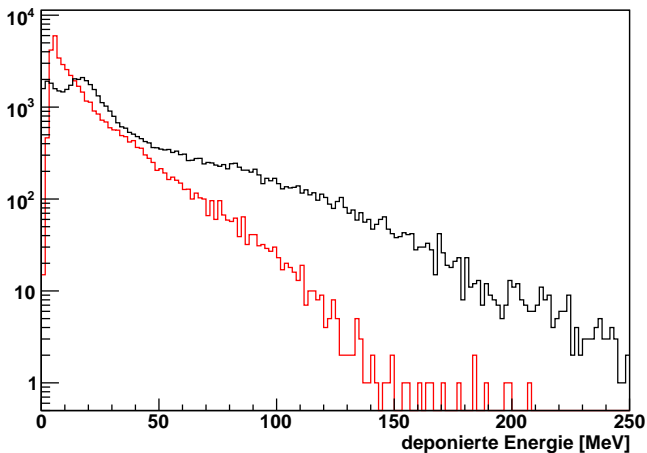
- Im Kristallblock deponierte Energie (*Clustering*)
- “Trefferposition” (= maximaler Eintrag im ADC)
- Koinzidenzzähler

Überläufe im LOW-Bereich



- Etwa 7% aller Ereignisse sind im LOW-Bereich in Sättigung gegangen
- ⇒ Zur Auswertung HIGH-Range benutzt

Vergleich HIGH- und LOW-Range, Block 2



Bestimmung der Pionenmasse

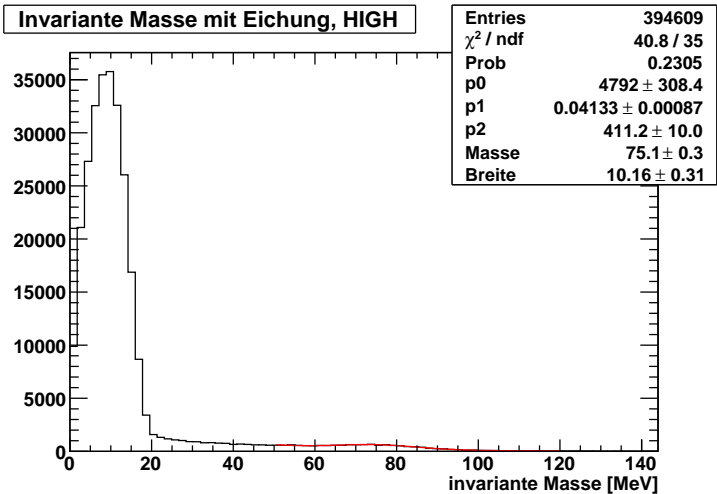
Energie-Impulserhaltung:

$$\begin{pmatrix} E_\pi \\ \vec{p}_\pi \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_{\gamma 1} \\ \vec{k}_{\gamma 1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} E_{\gamma 2} \\ \vec{k}_{\gamma 2} \end{pmatrix}$$

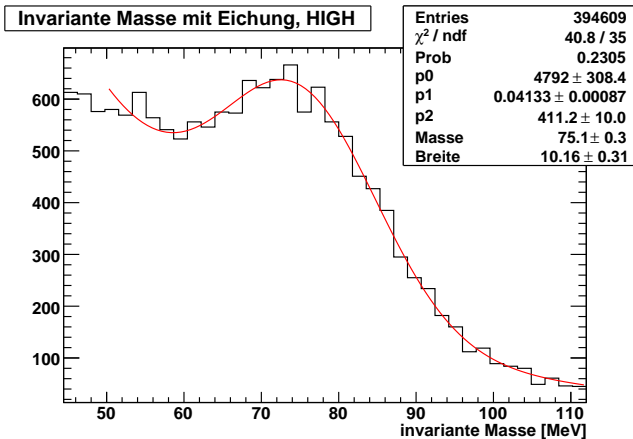
Damit (und $m_\gamma = 0$):

$$m_\pi^2 = 2E_{\gamma 1}E_{\gamma 2}(1 - \cos(\vartheta))$$

Mit $\vartheta = 2 \cdot 29.4^\circ$ Winkel zwischen den detektierten Photonen:



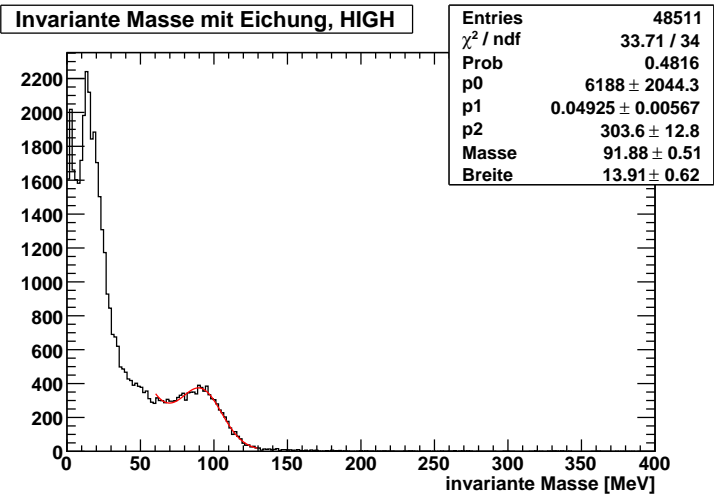
1200 MeV



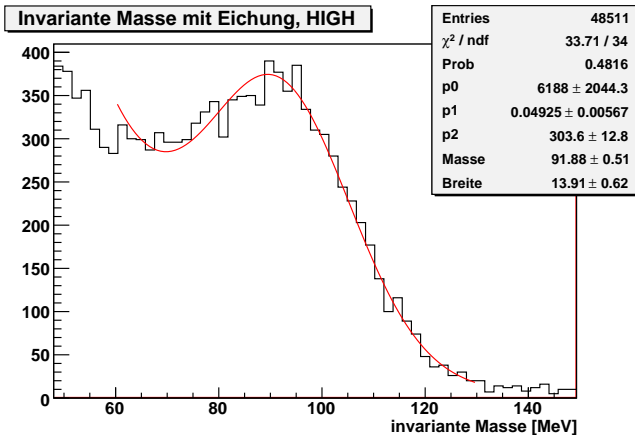
1200 MeV

9992 Pion-Events mit $m_\pi = 75 \pm 10$ MeV

Signal-zu-Rausch-Verhältnis: 1



800 MeV



800 MeV

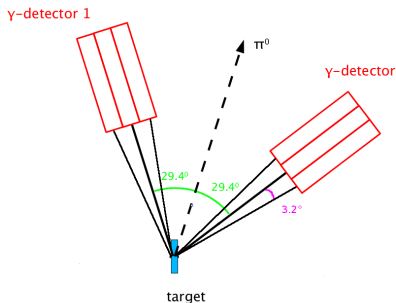
10106 Pion-Events mit $m_\pi = 92 \pm 14$ MeV

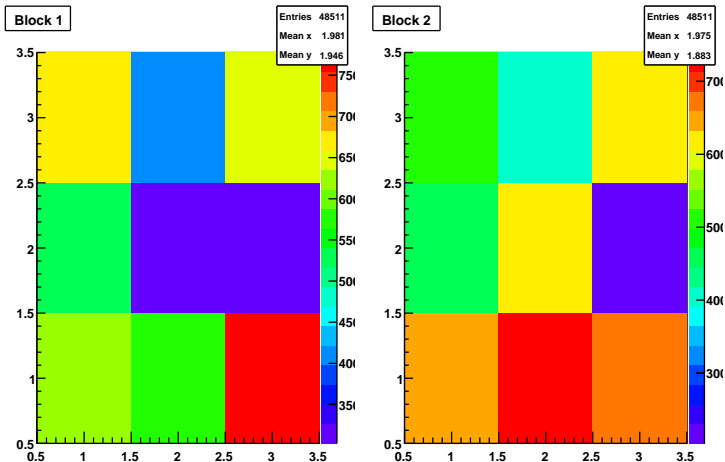
Signal-zu-Rausch-Verhältnis: 2

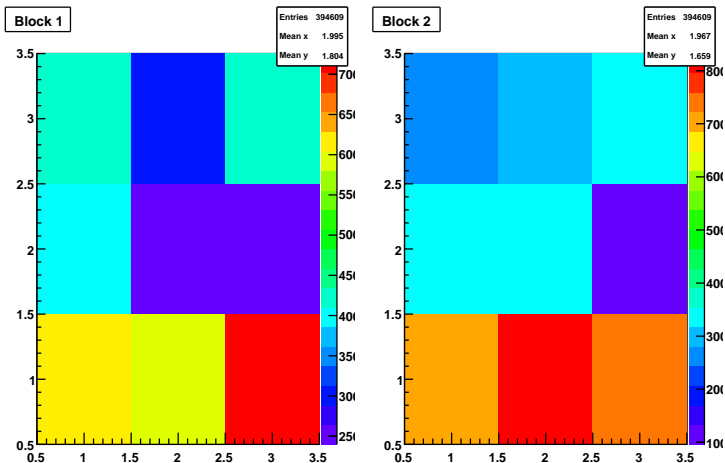
Winkelkorrektur

- Abstand Target-Detektor: 40 cm
 - Mittlere Kristallbreite: 22.35 mm
- ⇒ Winkelunterschied zwischen einzelnen Kristallen: $\Delta\vartheta = 3.21^\circ$

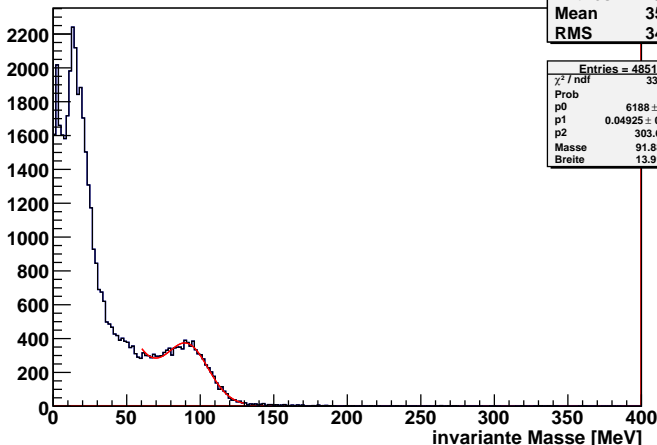
$$m_\pi^2 = 2E_{\gamma_1}E_{\gamma_2}(1 - \cos(\vartheta + \Delta\vartheta_1 + \Delta\vartheta_2))$$







Invariante Masse mit Eichung, HIGH



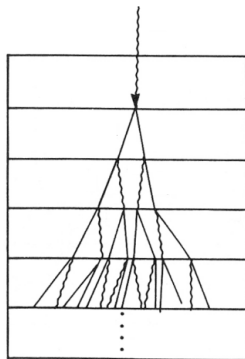
Wie man sieht, sieht man nichts...

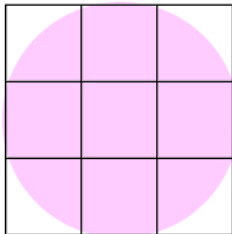
Unvollständige Energiesammlung

Invariante Masse zu niedrig \Rightarrow Energie zu niedrig detektiert
Benutzter Kristall: CsI(Tl)

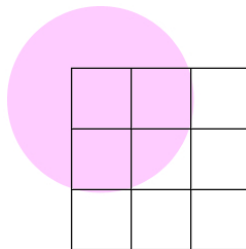
Elektromagnetische Schauer

- Strahlungslänge $X = 1.86$ cm
Kristalllänge: 30 cm
- \Rightarrow Kein Problem!
- Molière-Radius $R = 3.57$ cm
Molière-Durchmesser etwa 7 cm
Blockbreite: $3 \cdot 2.235$ cm ≈ 6.7 cm
- \Rightarrow Bei Treffer an der Kante oder der Ecke problematisch!

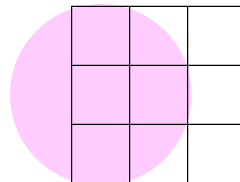




$$c_{\text{Mitte}} = 0.891$$



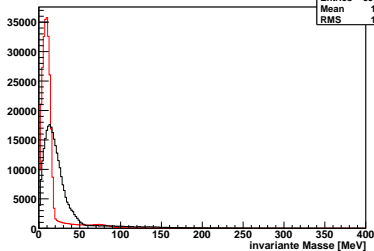
$$c_{\text{Ecke}} = 2.865$$



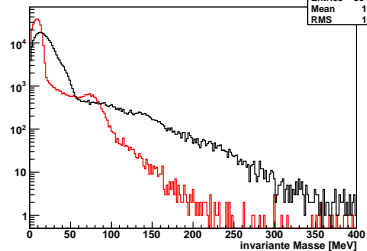
$$c_{\text{kante}} = 1.264$$

$$E_{\text{korr}} = c \cdot E_{\text{alt}}$$

Invariante Masse mit Eichung, HIGH

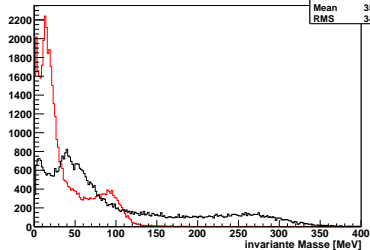


Invariante Masse mit Eichung, HIGH

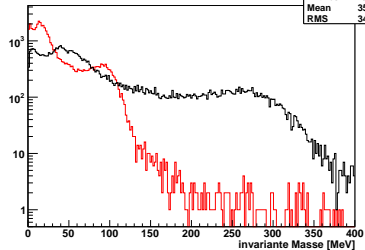


1200 MeV

Invariante Masse mit Eichung, HIGH



Invariante Masse mit Eichung, HIGH



800 MeV

Zwischenfazit

Ergebnis π_0

- Pionenpeak bei zu niedriger Energie erkennbar
- Winkelkorrektur wirkungslos
- Korrekturfaktoren für die Trefferposition viel zu hoch

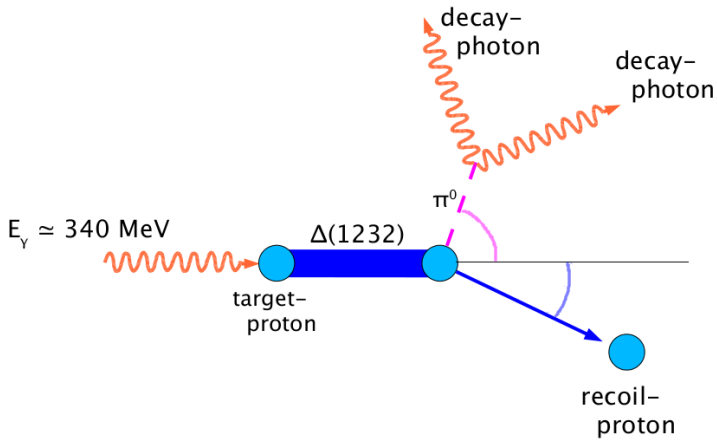
⇒ Schmiert Peak nur aus

⇒ Mit den unkorrigierten Daten die Delta-Resonanz auswerten.

⇒ Jede Energie einzeln auswerten.

Ausserdem: Bei 800 MeV wird weniger Untergrund gemessen!

Beobachtete Reaktion



Photonenenergie

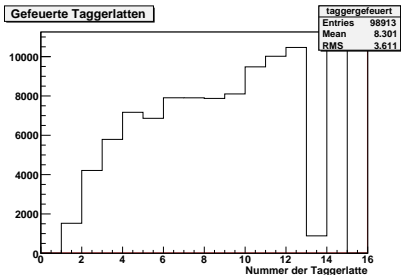
Taggerinformationen aus Koinzidenzregister:

Bitweiser Vergleich

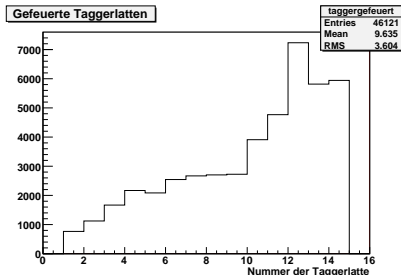
```
for(int i=0; i <=16;i++){  
  if( (energie.GetLeaf("koinreg").GetValue() & (1 << i)){  
    Int_t j=1;  
    switch(i+1){
```

- Jede Taggerlatte entspricht einem Energiebereich
- Für jedes Taggerereignis gesamte Kinematik durchgerechnet

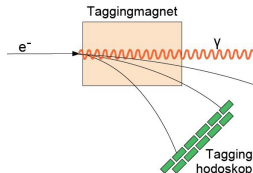
Taggerlatten



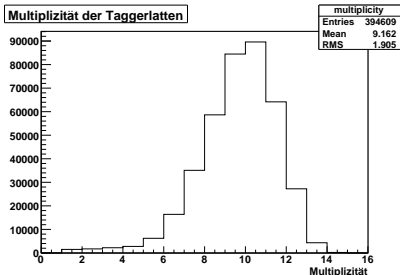
1200 MeV



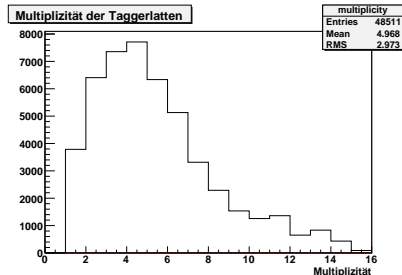
800 MeV



Multiplizität

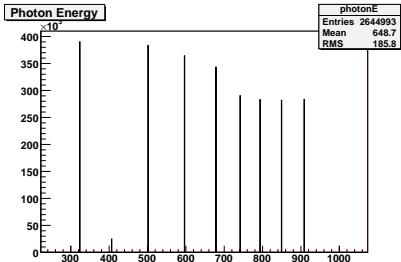


1200 MeV

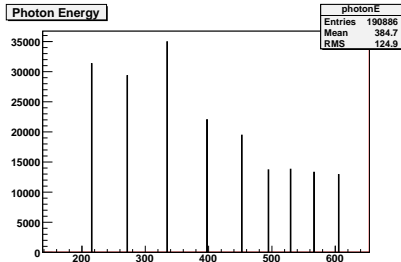


800 MeV

Energiespektrum



1200 MeV



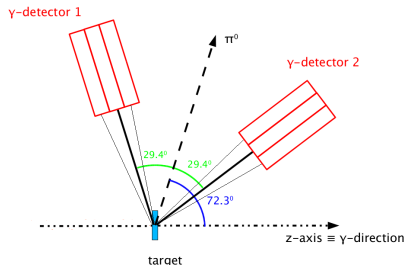
800 MeV

Für FWHM der Δ -Resonanz: $E_\gamma = (264 - 419) \text{ MeV}$

Pionenimpuls

$$p_{\pi_0,x} = E_{\gamma_1} \sin \vartheta_{\gamma_1} + E_{\gamma_2} \sin \vartheta_{\gamma_2}$$

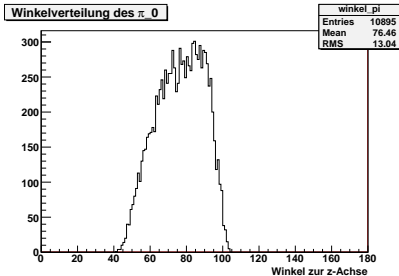
$$p_{\pi_0,z} = E_{\gamma_1} \cos \vartheta_{\gamma_1} + E_{\gamma_2} \cos \vartheta_{\gamma_2}$$



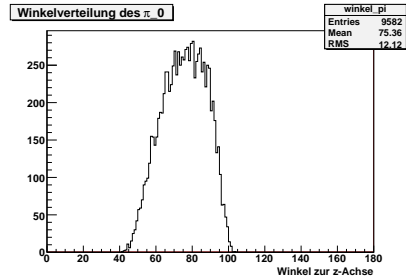
Winkel des auslaufenden Pions

$$\theta_\pi = \arctan \left(\frac{p_{\pi_0,x}}{p_{\pi_0,z}} \right)$$

Berechneter Pionenwinkel



1200 MeV



800 MeV

Verteilung liegt im richtigen Bereich...

Missing Mass



Energie-Impuls-Erhaltung:

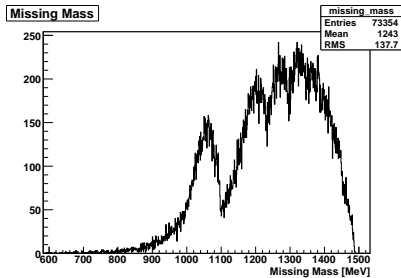
$$\begin{pmatrix} E_\gamma \\ \vec{p}_\gamma \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} m_P \\ \vec{0} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_{mm} \\ \vec{p}_{mm} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} E_\pi \\ \vec{p}_\pi \end{pmatrix}$$

Gibt Missing Mass:

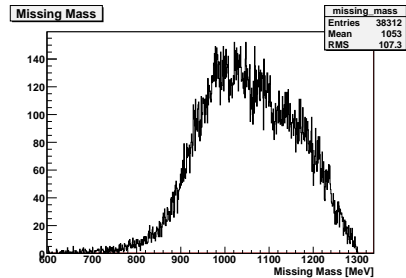
$$m_{mm}^2 = (E_\gamma + m_P - E_\pi)^2 - (\vec{p}_\gamma - \vec{p}_\pi)^2$$

Da sollte die Protonenruhemasse rauskommen...

Missing Mass



1200 MeV



800 MeV

Taggerstruktur deutlich erkennbar

Fehlender Protonimpuls

Impuls vom auslaufenden Proton

$$\vec{p}_\gamma = \vec{p}_P + \vec{p}_\pi$$

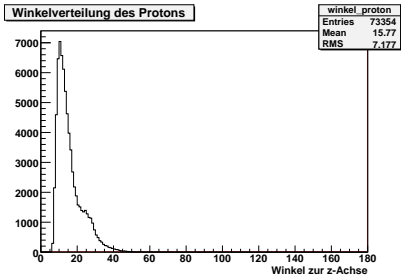
$$p_{P,x} = p_{\pi,x}$$

$$p_{P,z} = p_\gamma - p_{\pi,z}$$

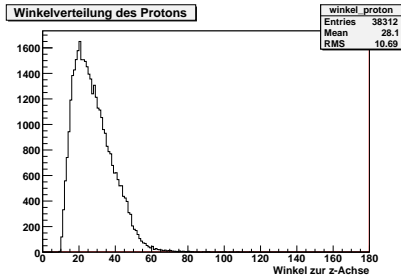
Winkel des auslaufenden Protons

$$\tan(\vartheta_P) = \frac{p_{P,x}}{p_{P,z}} = \frac{p_{\pi,x}}{p_\gamma - p_{\pi,z}}$$

Berechneter Protonenwinkel



1200 MeV



800 MeV

Berechnung der Δ -Masse

Energie-Impuls-Erhaltung:

$$\begin{pmatrix} m_{\Delta} \\ \vec{p}_{\Delta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_{\pi} \\ \vec{p}_{\pi} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} E_P \\ \vec{p}_P \end{pmatrix}$$

Invariante Masse der Δ -Resonanz

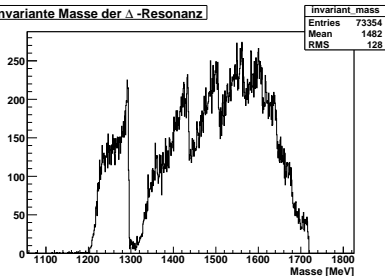
$$m_{\Delta}^2 = m_{\pi}^2 + m_{mm}^2 + 2E_{\pi}E_P(1 - \cos(\theta_{\pi} + \theta_P))$$

Mit:

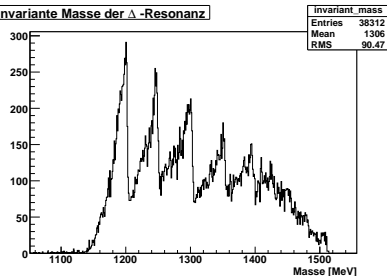
$$E_{\pi} = E_{\gamma 1} + E_{\gamma 2}$$

$$E_P = m_{mm} + (E_{Beam} - E_{\gamma 1} - E_{\gamma 2})$$

Delta-Masse

Invariante Masse der Δ -Resonanz

1200 MeV

Invariante Masse der Δ -Resonanz

800 MeV

Taggerstruktur deutlich erkennbar.

Einen Δ -Peak in die Daten zu interpretieren ist sehr gewagt...

Fazit

Pion-Nachweis

- Klappt ganz gut...
- ...wenn man von der zu niedrigen Masse absieht

Nachweis der Δ -Resonanz

- Systematischer Fehler durch zu niedrige Pionenmasse
- Taggerauflösung zu niedrig, so dass Missing Mass und Δ nicht ordentlich auflösbar

Verbesserungsvorschläge

Tagger

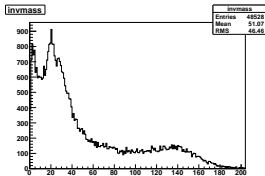
- Bessere zeitliche Auflösung
- ⇒ Multiplizität niedriger
- Bessere räumliche Auflösung
- ⇒ Bessere Energieauflösung

Experiment

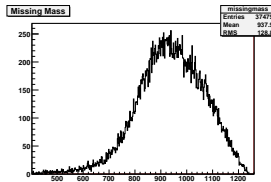
- Mehr Kristalle
- ⇒ Bessere Energiesammlung
- Untergrund minimieren durch anderen Aufbau
- Bessere Dokumentation

Auswertung

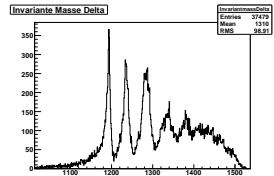
- Bessere Korrekturfaktoren
- Systematischen Fehler korrigieren



Pionmasse



Missing Mass



Δ -Masse

Danke für's Zuhören!